

**Inverkan av temperatur, nederbörd och genetik på årsrings-
egenskaperna hos svensk gran (*Picea abies*. (L) Karst)**

*Influence of precipitation, temperature and genetic on the year ring
properties of Norway spruce (*Picea abies*. (L) (Karst)*



Foto: Mattias Larsson

Mattias Larsson



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

| | |
|---------------------------------|--|
| Enhet/Unit | Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management |
| Författare/Author | Mattias Larsson |
| Titel, Sv | Inverkan av temperatur, nederbörd och genetik på årsringsegenskaperna hos svensk gran(<i>Picea abies</i> .(L) Karst) |
| Titel, Eng | Influence of precipitation, temperature and genetic on the year ring properties of Norway spruce(<i>Picea abies</i> . (L) (Karst) |
| Nyckelord/ Keywords | Trädensitet, sommarvedsdensitet, Årsringsdensitet, vårvedsdensitet, klimat Wood density, latewood density, year ring density, early wood density, climate |
| Handledare/Supervisor | <i>Tommy Mörling inst. för skogens ekologi och skötsel</i> Department of Forest Ecology and Management |
| Examinator/Examiner | Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management |
| Kurstitel/Course | Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science |
| Kurskod | EX0592 |
| Program | Jägmästarprogrammet |
| Omfattning på arbetet/ | 15 hp |
| Nivå och fördjupning på arbetet | G2E |
| Utgivningsort | Umeå |
| Utgivningsår | 2015 |

Förord

Det här kandidatarbetet i skogsvetenskap är gjort som en del i jägmästarprogramet vid SLU i Umeå med en omfattning på 15 hp. Arbetet handlar om att se hur granens densitet och årsringsbredd påverkas av nederbörd och temperatur och se hur skillnaderna varierar för de olika moderträden i de undersökta bestånden.

Jag vill varmt tacka min handledare Tommy Mörling på institutionen för skogens ekologi och skötsel för all handledning och hjälp med denna uppsats.

Jag vill även tacka Anders Muzta vid institutionen för skoglig resurshushållning för statistisk konsultation. Den var välbehövlig.

Umeå, april 2015

Mattias Larsson

Sammanfattning

Den svenska granen (*Picea abies* (L.) Karst) har ett vidsträckt utbredningsområde med ett till synes varierande klimat som påverkar granens årsringsegenskaper på olika sätt. Syftet var att från två gran bestånd undersöka hur årsringens egenskaper ändras beroende på temperatur, nederbörd och se om det finns skillnader i årsringsdensitet och bredd för de olika moderträden. Arbetet genomfördes genom att med hjälp av, diagram se om nederbörden samt temperaturen för vardera månaden, juni, juli och augusti samt summan av dem. Har någon effekt på årsringsdensitet, årsringsbredd och vår-sommarvedsdensiteten samt se om årsringsdensitet samt bredd är olika beroende på moderträden. En regressionsanalys gjordes sen för att se om min visuella analys stämmer.

Resultatet visar att temperaturen har en vis effekt på årsringsbredden, densiteten och för sommarvedsdensiteten den är dock svag och skiljer sig rätt mycket åt beroende på vilket bestånd man kollar på. Resultatet från nederbörden visar att den påverkar årsringsdensiteten och vår-sommarvedsdensiteten positivt medan årsringsbredden inte visar någon effekt av nederbörden. Resultaten visar också att det finns skillnader mellan de olika moderträden samt att årsringsdensiteten och bredden över hela bestånden har likartade utvecklingsmönster. Resultatet var oväntat men kan förklaras av att beståndets karaktär spelar roll exv. Stamantal och bördighet har också en inverkan som jag inte tagit hänsyn till och kan påverka resultatet.

Nyckelord: Trädensitet, sommarvedsdensitet, årsringsdensitet, vårvedsdensitet, klimat

Summary

The Norway spruce (*Picea abies*(L.) Karst) has a wide range, with apparently varying climatic that influence annual rings of the Norway spruce in different ways. The aim was to studies how the two spruce sites annual ring properties changes depending on temperature, precipitation and to see if there are difference in year ring density and width for each parent tree. The work was carried out by using diagrams and then see if the temperature and precipitation for each month June, July, August and the sum of them. Has any effect on the year ring density, annual ring width and early-latewood density and see of the year ring density and width is different depending on the parent tree. A regression analysis was then made to see if my visual analysis is correct.

The result shows that the temperature has an effect on the annual ring width/density and for the latewood density however it is weak and varies quite a lot depending on which site is studied. The result from the precipitation shows that it affects year ring density and early-latewood density positive while the annual ring width does not show any effect of precipitation. The results also show that there are difference between the various parent trees and that year ring width and density across the two site share similar development patterns. The results was unexpected but can be explained by the fact that the site character plays a role such as stock number and fertility that has also an impact that I haven't taken into account and can affect the result.

Keywords: Wood density, latewood density, year ring density, early wood density, climate

Inledning

Den svenska granen (*Picea Abies (L.) Karst*) har ett utbredningsområde som sträcker sig från Skandinavium, Baltikum, delar av Polen och Ukraina, Alperna, Vitryssland och genom hela Ryssland(Karlsson et al. 2009). Granen har som synes ett väldigt varierande utbredningsområde vad gäller växtförutsättningar, störningsfaktorer, nederbörd och temperaturer. På grund av de varierande förhållandena så blir också granens tillväxtmönster, årsringsutveckling och knoppsträckning olika beroende på växtlokalen. På grund av det så kommer veddensiteteten och årsringsbredden skilja sig åt beroende på växtlokal och årsringens utveckling.

Utvecklingen av årsringens vedceller kan delas in i tre stadier (Gindl et al.2000). I första stadiet, celldelning där cellen delar sig i form, funktion och storlek, i andra stadiet så bildas den sekundära cellväggen och till sist så lignifieras cellväggen och fullbordar mognaden av cellen. Årsringen delas in i vårved och sommarved. Vårveden bildas på våren och består av tunnväggiga celler med stor lumen som i tempererat klimat överlever i 2-3 veckor. Sommarveden består av tjockväggiga celler som inte dör fören växtsäsongens slut. Hur hög densiteten blir på ett träd beror på förhållandet mellan sommarved och vårved och även på årsringsbredden. Det är sommarveden som har störst andel densitet eftersom cellväggarna är tjockast och innehåller mest massa, tillskillnad från vårveden som har tunna cellväggar med liten massa (Saarman 1992). Årsringsbredden bestämmer också hur densiteten blir är det breda årsringar har vi en stor andel vårved vilket ger en låg densitet medan smala årsringar har stor andel sommarved vilket ger hög densitet. Den optimala tiden för utvecklingen av årsringsbredden är från mitten av juli till augusti och för sommarvedsdensiteten från augusti till september(Gindl et al.(2000).

Forskning på lövträd har visat på liknade påverkan angående klimat, ringbredd och densitet. Forskning av Bouriaud et al (2003) på Bok (*fagus sylvatica L.*) visade att densiteten påverkades av temperaturen på ett liknade sätt som barrträd gör genom att påverka cellväggens tjocklek och lignificationen. Man såg också att årsringsbredden påverkade densiteten på ett liknade sätt som på barrträd alltså genom att en ökande eller minskande årsringsbredd påverkar densiteten antagligen negativt eller positivt.

Forskning av Bouriaud et al (2005) på gran visar att variationer i klimatet påverkar tillväxten men inte densiteten under vår-försommar och att det är under resten av tillväxt säsongen som densiteten påverkas av klimatet och deras forskning visar att det finns en positiv korrelation mellan temperatur och densitet. Och anledningen till det är att en lägre temperatur har en negativ påverkan på tillväxthastigheten vilket leder till en större andel sommarveds celler. Deras forskning visar också att torka under vårvedstillväxten kan leda till att falska årsringar bildas.

Även olika skötselmetoder påverkar densiteten Pape (1999) som gjorde en undersökning på gallring av gran såg att densiteten påverkades negativt av gallring som en korrelation av en ökande tillväxt hastighet. Påverkan var som störst på låg gallringar medan effekten var mindre på hög gallring.

Forskning av Jaakkola et al (2005) fann inga statistiska säkra resultat men kunde se att vanlig gallring och hård gallring minskade medelårsringsdensiteten och att både vårvedsdensiteten och sommarvedsdensiteten minskade varav vårvedsdensiteten minskade mer än sommarvedsdensiteten.

Även den dendrokronologiska forskningen där man daterar trä med hjälp av årsringar kan se hur årsringarnas tillväxt har påverkas av faktorer i närheten exv. klimatet. Man kan då se hur årsringarna har utvecklats genom åren och kan genom att kombinera väderdata från nutid med äldre observationer om klimat förändringar återskapa hur vädret kan ha sett ut för i tiden. Man kan då se vad som kan påverka ex sommarvedsdensiteten under en lång tid och då få fram samband mellan olika klimatfaktorer som sträcker sig över en lång tid.

Forskning från Grudd (2008) som gjorde en dendrokronologist studie på svensk tall (*Pinus sylvestris* L.) i Torneträsk och Gindl et al (2000) som gjorde en studie på gran i Österrikiska alperna. Dom kom fram till att maxdensiteten och årsringsbredden påverkades positivt av temperaturen under växtsäsongen, Grudd (2008) fann dock ingen korrelation av nederbörden på maxdensiteten och årsringsbredden.

En anledning till att Grudd inte fann någon korrelation mellan nederbörden och densiteten och årsringsbredden kan fås av forskning av Linderholm et al.(2002), som gjorde en dendrokronologist studie på tall i Norge, Sverige och Finland och som fann att det finns en nord-sydlig gradient där träden går från att vara temperatur beroende i norr till nederbörds beroende söderut. Grape (2007) som gjorde ett examensarbete på tall i Västerbotten fann att temperaturen hade en positiv påverkan på densiteten i helhet och såg också att nederbörden hade en negativ effekt på densiteten. Hon ansåg dock inte att effekten var direkt utan ”ökad nederbörd kan medföra lägre instrålning och förändrad energibalans”.

En annan anledning till att de boreala skogarna inte påverkas i stor skala av nederbörden kan bland annat vara för att den boreala miljön som är humid med en lägre transpiration och svala somrar gör träden mindre känsliga för nederbörden. De bör därför påverkas mer av temperaturen vilket stöds av forskning på gran i Norge av Kalela-Brundin (1999) som visade att temperaturen är den faktor som påverkar årsringsegenskaperna bäst speciellt juli temperaturen medan nederbörden inte visar någon effekt på årsringsegenskaperna. Även studier från Mäkinen et al (2002) på gran över ett stort område i norra och centrala Europa visade att träden blir mer nederbördsberoende med en minskande altitud och mindre nederbördsberoende med en ökande altitud.

Även genetiken och olika provenienser har en påverkan på trädens egenskaper Savva et al. (2002) som undersökte om det finns en påverkan av genetik och miljö på olika provenienser av tall i centrala Sibirien. Fann att sommarveden ökade med en ökande latitud och att det är en signifikant negativ korrelation mellan träd egenskaperna (årsringsbredd, sommarveds densitet med mera) och frönas geografiska ursprung. Man kom fram att sommarvedsandelen ökar och vårvedsdensiteten minskar med en syd- nord förflyttning. Man ansåg dock att årsringsegenskaperna påverkades mer av den lokala miljön som topografi, nederbörd och temperatur än av de genetiska faktorerna.

Även studier från Jyske et al. (2008) kom fram till att det kunde skilja en del mellan årsringsdensiteten och att skillnaderna mellan träden bara delvis berodde på den genetiska variationen mellan träden.

De undersökningar på gran som finns kommer mestadels från Europa och Amerika och visar att densiteten påverkas av nederbörd och temperatur. Jag har dock sett att det finns få undersökningar gjorda på gran inom samma geografiska område.

Syfte och hypoteser

Syftet är att undersöka hur granens densitet förändras i årsringarna och även i vår-sommarveden beroende på faktorerna temperatur, nederbörd och inom ett visst geografiskt område se om olika individer reagerar olika på dessa faktorer. Syftet är också att undersöka hur stora skillnaderna i årsringsbredd och årsringsdensitet är mellan de olika moderträden i de undersökta bestånden.

Följande hypoteser för bestånden togs fram enligt litteraturen ovan.

- Temperaturen är positivt korrelerat till sommarveds densitet, årsringsbredd, vår-sommarvedsbredd och årsringsdensitet
- Nederbörden har inga eller små negativa samband på årsringsdensiteten, vår-sommarveds densiteten och årsringsbredden
- Årsringsdensitet och årsringsbredd påverkas olika beroende på trädens genetik

Material och metoder

Det datamaterial jag använder kommer från ett projekt som Skogforsk och SLU gjorde under perioden 2005-2007. Där man ville se ”hur mycket veddensiteten totalt sänks och hur den ackumulerade torrsubstansproduktionen påverkas vid nordförflyttning respektive urval för ökad tillväxt hos förädlad gran i en granpopulation under norrländska förhållanden med kallt klimat”.

Datamaterialet

Jag använder data från 60 åriga bestånd och de består av 4 olika granförsök i Ångermanland och jag har tagit ut 2 bestånd att göra detta arbete på (Se tabell 1). Bestånden heter Påltorp och Bureåborg och de skötselåtgärder som är gjorda är gallringar där Påltorp är gallrat tre gånger under åren 1962, 1971 och 2000 medan Bureåborg är gallrad två gånger åren 1963 och 1991.

För att få fram all data om bestånden så tog man borrhärdar från de 58-62 åriga bestånden i brösthöjd. Man torkade borrhärdarna och sågade de till 2 millimeters tjocklek med dubbelbladig såg. Sen monterades proverna i Woodtrax som är en maskin där man genom röntgenabsorption mäter densiteten. Man får då fram densitetsbilder som ser ut som fotonegativ. Dessa bilder skickas sen till WinDendro som är ett bildbehandlingsprogram där man gör en årsringsanalys. För att få en fullständig beskrivning av hur processerna gått till, se Bergsten et al (2000). När man gör årsringsanalysen så får man fram för varje årsring data om årsringsbredd, årsringsdensitet, vårvedsandel, vårvedsdensitet, sommarvedsdensitet och max och min densitet.

Tabell 1. Beståndsdata för de två undersökta bestånden

Table 1. Inventory data for the two studied populations

| Namn | År | Lat | Höjd (m) | Planteringsställe | Förband | Plantantal |
|-----------|------|------|----------|-------------------|---------|------------|
| Påltorp | 1947 | 63,5 | 150 | Åkermark | 1.2x1.2 | 7056 |
| Bureåborg | 1948 | 63,5 | 225 | Åkermark | 1.5x1.5 | 2200 |

För varje träd har man också antecknat ner vilken moder det trädet har och alla moderträd har Västernorrland som ursprung. Det finns i bestånd Bureåborg elva moderträd med 159 träd sammanlagt. Varje moderträd har här ungefär 12-15 olika avkommor medan det i bestånd Påltorp finns 36 moderträd där varje moderträd har ungefär åtta olika avkommor med totalt 280 träd.

Vissa träd och även ett moderträd togs bort för att det var för dåliga värden på grund av att man hade fått för dåliga mätvärden när man gjorde röntgenanalysen, vissa träd hade drabbats av röta som gjorde värdena dåliga. Och man hade även dåliga borrhärdar som hade spruckit vilket gjorde att maskinen tolkade en spricka som en årsring vilket har lett till att man i efterhand fått korrigera till värdena där sprickan var vilket har lett till att värdena kan bli dåliga.

Statistisk analys

Jag har använt både Excel och Minitab i undersökningen. Excel använder jag för att ordna upp mitt datamaterial i rätt ordning. Datat jag fick var ordnat i horisontellt led i Excel för att lättare kunna göra diagram och även för att kunna föra över Excel arket till Minitab behövde jag ha det i vertikalt led. Jag räknade också ut medelvärdet för årsringsdensitet, vårvedsbredd, sommarvedsdensitet med mera för alla de träd som hade samma moderträd och jag räknade också ut medelvärdena för årsringsegenskaperna för varje beståndet.

Minitab använder jag för att göra diagram, regressionsanalyser och trendanalyser (för att se trender inom de olika bestånden och då speciellt skillnader mellan moderträden) för att se om resultaten har statistiska signifikanta samband med nederbörd och temperatur.

Dessa analyser användes:

- Regressionsanalys: årsringsegenskaperna mot temperatursumman
- Regressionsanalys: årsringsegenskaper mot månadsvisa temperaturer juni, juli, augusti
- Regressionsanalys: årsringsegenskaperna mot nederbördssumman
- Regressionsanalys: årsringsegenskaperna mot månadsvis nederbörd juni, juli, augusti
- Trendanalys: Se om skillnaderna mellan moderträden är signifikanta över tiden

Exempel på en av de ekvationer jag har använt.

Påltorp: *Sommarvedsdensitet = 0,794 - 0,0135 juli temperatur*

Väderdata

Väderdata hämtades från SMHI LuftWebb (SMHI 2015) som är en webbtjänst som bygger på griddade dygnsdata för temperatur och nederbörd i Sverige under perioden 1961-2015.

Nederbörden är korrigerad för de mätförluster som främst orsakas av att en del nederbörd blåser förbi nederbördsmätaren och man har även tagit hänsyn till höjdskillnader i landskapet.

Väderinformationen som används kommer från perioden 1985-2005 och jag använder temperatur data från juni till augusti och för nederbörden använder jag data från juni till augusti (Bilaga 3). Jag har också räknat ut total summan för temperaturen och nederbörden för juni-augusti.

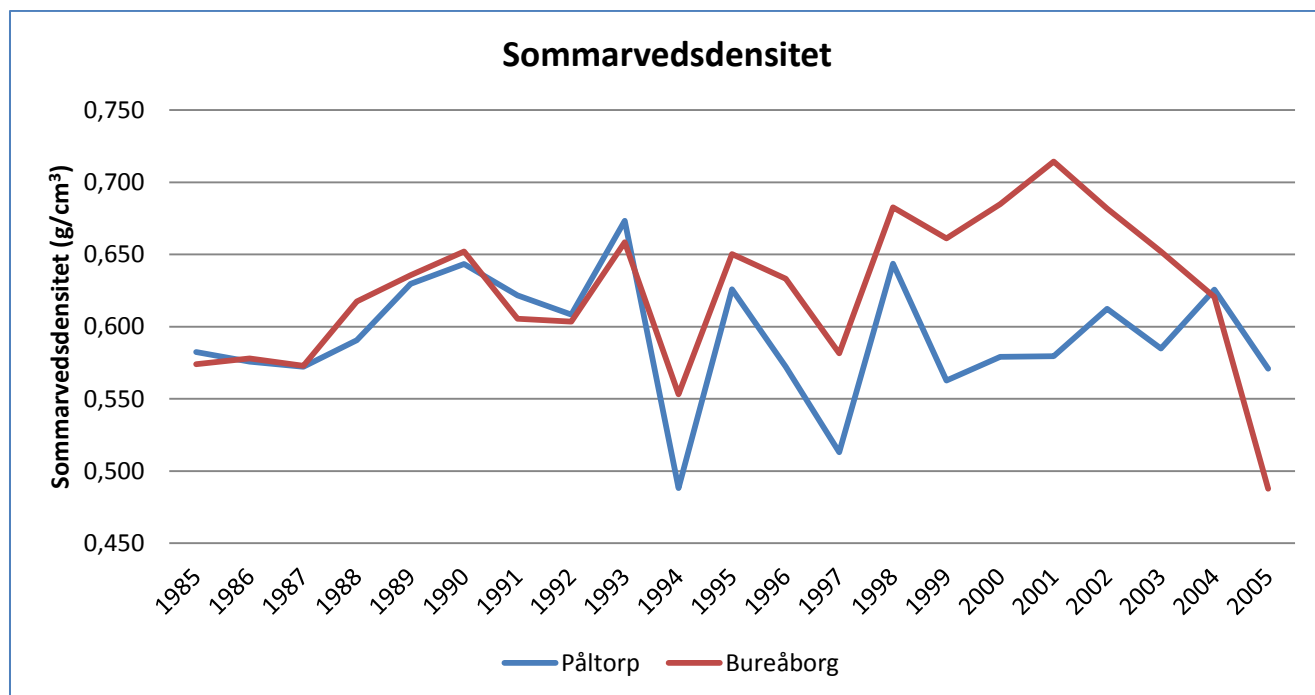
Väderdatan kommer från Ångermanland och det är månadsvärdena jag har tagit fram och är taget så nära försöksytorna som möjligt men eftersom i Luftwebb så klickar man på en karta får fram koordinater och väderdata för den koordinaten. Det är därför inte så lätt att få fram exakta koordinater men jag ligger inom en radie av fem kilometer från provytan.

Resultat

Övergripande resultat

När det gäller årsringsdensiteten, vårvedsdensiteten (Bilaga 1) och sommarvedsdensiteten är variationen mellan de två bestånden inte så stor. Störst är dock variationen i sommarvedsdensiteten (Figur 1) där sommarvedsdensiteten vid år 1998 börjar öka för bestånd Bureåborg samt minska och förbli oförändrad för Påltorp vilket gör att det blir ett glapp mellan de två bestånden fram tills år 2004 då sommarvedsdensiteten för de två bestånden börjar följa varandra igen

De två bestånden Påltorp och Bureåborg uppvisade en rätt stor skillnad på årsringsbredden, sommarvedsbredden och vårvedsbredden (Bilaga 2). Detta beror troligen på deras olika växtplatser, stamantal och yttre påverkande faktorer så som gallringar och väderrelaterade skador som stormar etc. Rent generellt så ser man att vid år 1994 så har man en stor svacka för nästan alla variabler för de två bestånden.



Figur 1. Medelvärdena för sommarvedsdensiteten för de två bestånden observera gapet som bildas från år 1998 fram till 2004.

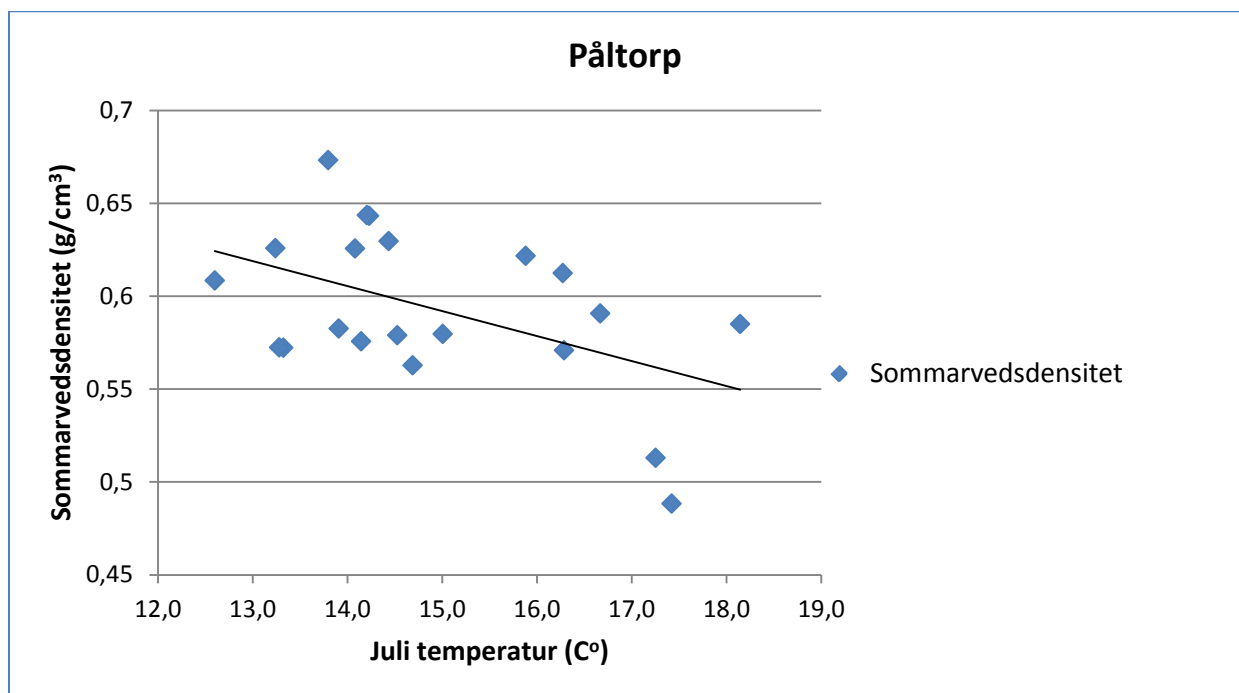
Figure 1. Mean value for latewood density for the two populations observe the gap formed in year 1998 to 2004.

Temperatur

Jag fann att för årsringsbredden så fanns det ingen påverkan av temperatur vare sig av summan av juni-augusti och för månadstemperaturerna var för sig för de två bestånden. Regressionsanalysen antyder här att det inte finns någon påverkan på årsringsbredden (för regressionsmodell se tabell 2)

När det gäller sommarvedsdensiteten så finns den en påverkan av temperaturen endast i Påltorp och där är det juli temperaturen som endast uppvisar en påverkan på sommarvedsdensiteten (Figur 2). När det gäller Bureåborg så finns det ingen påverkan av temperaturen vare för temperatursumman (Figur 3) eller för månaderna var för sig vilket regressionsanalysen visar.

När det gäller årsringsdensiteten så saknas det korrelation för temperatursumman samt för månadstemperaturen juni, juli och augusti för båda bestånden. Regressionsanalysen indikerar att vår visuella analys av diagramen stämmer och att korrelation saknas till temperaturen. När det gäller sommarvedsbredden fann jag att den påverkades svagt negativt endast i Påltorp och då för juli månad. Regressionsanalysen visar att sambanden mellan temperatur och sommarvedsbredd är svagt signifikanta. För vårvedsbredden så finns det inga samband mellan temperaturen, regressionsanalysen som gjordes visade inte heller några signifikanta samband.



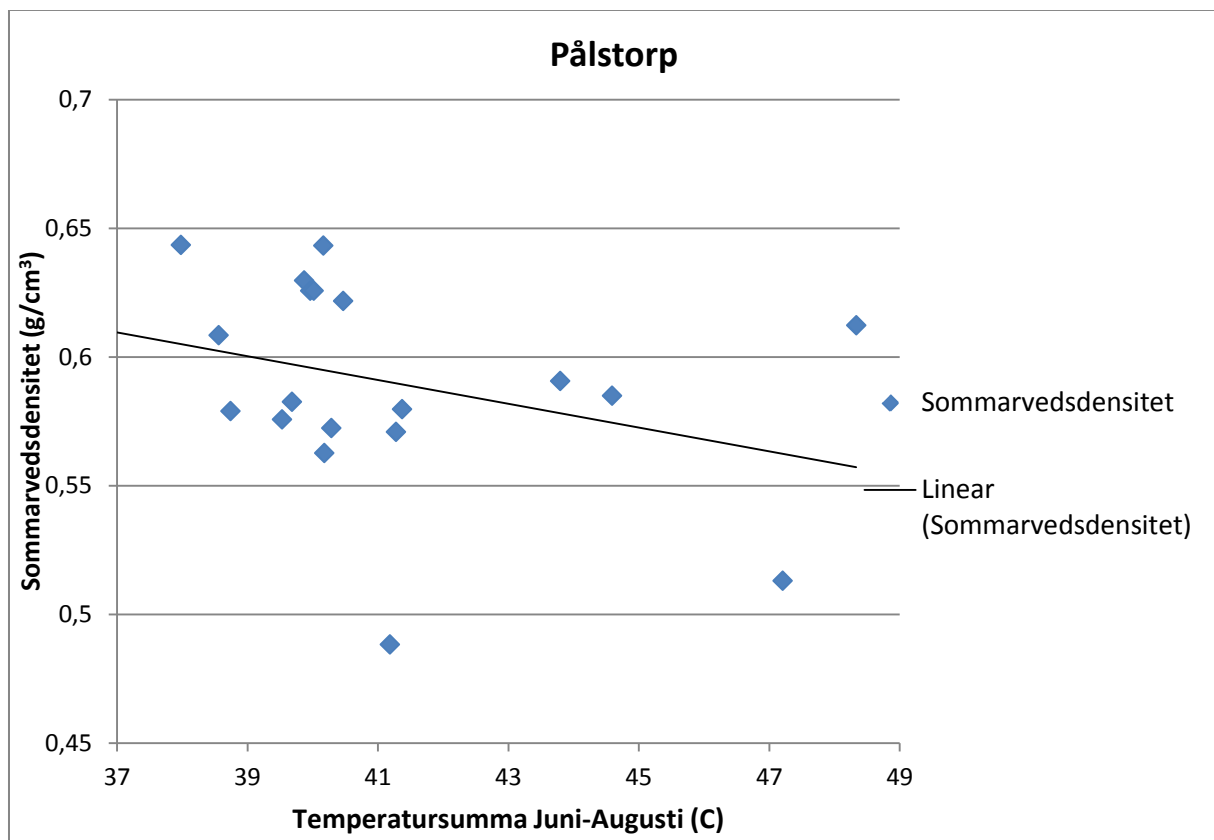
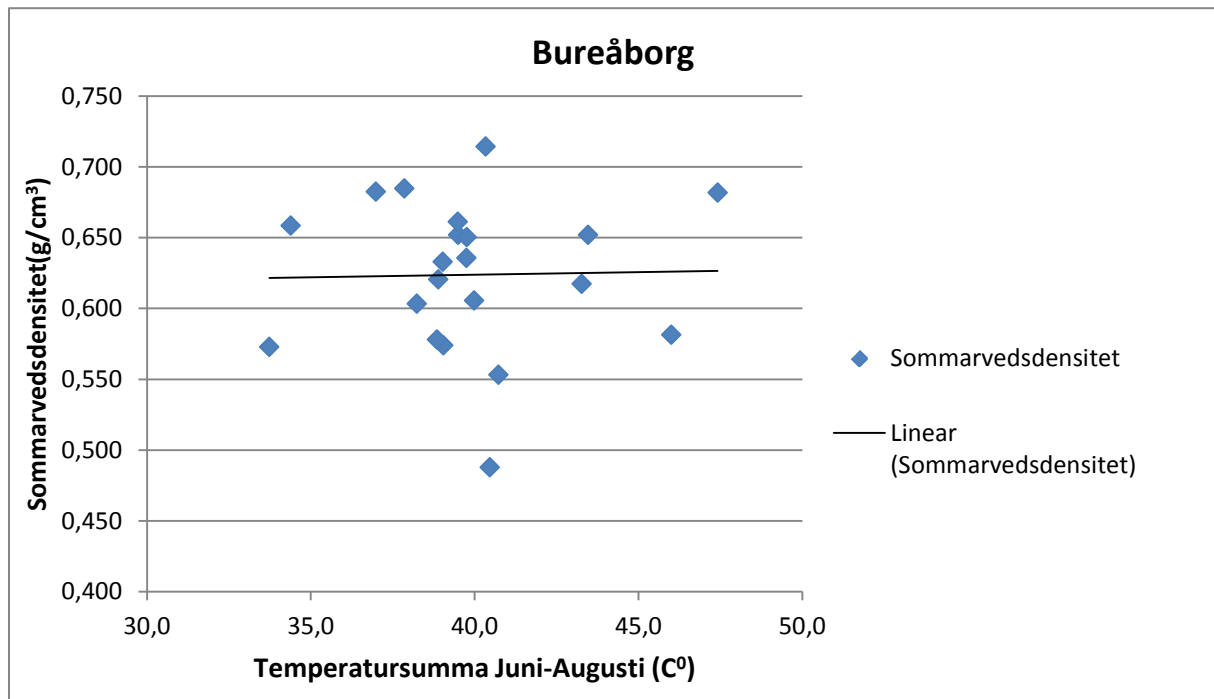
Figur 2: juli temperaturen har en negativ påverkan på sommarvedsdensiteten

Figure 2: July temperature has a negative influence on latewood density

Tabell 2. Resultaten av regressionsanalysen för temperaturens påverkan på de två beståndens årsringsegenskaper. Förklaring: TempS=temperatursumma, TempM=temperatur för aktuell månad, P=Påltorp, B=Bureåborg, aug=Augusti

Table 2. The results of regression analysis for the two site for temperature influences on annual rings properties
TempS=Temperature sum, TempM=Temperature for current month, P=Påltorp, B=Bureåborg, aug=August

| Prediktor | Ekvation | P-värde(Signf≤0,05) | S | R-Sq(Adj) |
|---------------------------|--|---------------------|------------|-----------|
| Årsringsbredd | | | | |
| TempS P | Årsringsbredd= 1,86 - 0,0188 TempS | 0,180 | 0,20282 | 4,5% |
| TempS B | Årsringsbredd= 0,678 + 0,0123 TempS | 0,255 | 0,151023 | 1,9% |
| Tempjuni P | Årsringsbredd= 1,18 - 0,0063 JuniTemp | 0,829 | 0,212656 | 0,0 % |
| Tempjuni B | Årsringsbredd= 1,11 + 0,0046 Junitemp | 0,832 | 0,156213 | 0,0% |
| Tempjuli P | Årsringsbredd= 1,62 - 0,0350J JuliTemp | 0,251 | 0,205466 | 2,0% |
| Tempjuli B | Årsringsbredd= 0,849 + 0,0216 Junitemp | 0,360 | 0,152903 | 0,0% |
| Tempaug P | Årsringsbredd= 1,57 - 0,0364 Augtemp | 0,178 | 0,202750 | 4,6% |
| Tempaug B | Årsringsbredd= 0,856 + 0,0244 Augtemp | 0,242 | 0,150730 | 2,2% |
| Sommarvedsdensitet | | | | |
| TempS P | Sommarvedsdensitet= 0,780 - 0,00462 TempS | 0,108 | 0,0411300 | 8,4% |
| TempS B | Sommarvedsdensitet= 0,610 + 0,00035 TempS | 0,927 | 0,0548158 | 0,0% |
| Tempjuni P | Sommarvedsdensitet= 0,640 - 0,00369 JuniTemp | 0,540 | 0,0436574 | 0,0% |
| Tempjuni B | Sommarvedsdensitet= 0,596 + 0,00229 Junitemp | 0,765 | 0,0546958 | 0,0% |
| Tempjuli P | Sommarvedsdensitet= 0,794 - 0,0135 JuliTemp | 0,025 | 0,0385265 | 19,7% |
| Tempjuli B | Sommarvedsdensitet= 0,715 - 0,00617 Julitemp | 0,458 | 0,0540170 | 0,0% |
| Tempaug P | Sommarvedsdensitet= 0,634 - 0,00315 Augtemp | 0,582 | 0,0437428 | 0,0% |
| Tempaug B | Sommarvedsdensitet= 0,572 + 0,00406 Augtemp | 0,585 | 0,0543892 | 0,0% |
| Årsringsdensitet | | | | |
| TempS P | Årsringsdensitet= 0,452 - 0,00042 TempS | 0,789 | 0,0233024 | 0,0% |
| TempS B | Årsringsdensitet= 0,402 + 0,00069 TempS | 0,575 | 0,0173987 | 0,0% |
| Tempjuni P | Årsringsdensitet= 0,438 - 0,00022 JuniTemp | 0,944 | 0,0233442 | 0,0% |
| Tempjuni B | Årsringsdensitet= 0,403 + 0,00218 Junitemp | 0,367 | 0,01771666 | 0,0% |
| Tempjuli P | Årsringsdensitet= 0,479 - 0,00293 JuliTemp | 0,384 | 0,0228740 | 0,0% |
| Tempjuli B | Årsringsdensitet= 0,441 - 0,00079 Julitemp | 0,766 | 0,0175056 | 0,0% |
| Tempaug P | Årsringsdensitet= 0,422 + 0,00097 Augtemp | 0,748 | 0,0232824 | 0,0% |
| Tempaug B | Årsringsdensitet= 0,417 + 0,00097 Augtemp | 0,670 | 0,0174613 | 0,0% |
| Sommarvedsbredd | | | | |
| TempS P | Sommarvedsbredd = 0,633 - 0,00741 TempS | 0,145 | 0,0732493 | 6,1% |
| TempS B | Sommarvedsbredd = 0,218 + 0,00263 TempS | 0,551 | 0,0622120 | 0,0% |
| Tempjuni P | Sommarvedsbredd=0,368 - 0,0029 JuniTemp | 0,788 | 0,0774159 | 0,0% |
| Tempjuni B | Sommarvedsbredd=0,235 + 0,00711 JuniTemp | 0,413 | 0,0616882 | 0,0% |
| Tempjuli P | Sommarvedsbredd =0,614 - 0,0189 JuliTemp | 0,082 | 0,0714851 | 10,6% |
| Tempjuli B | Sommarvedsbredd =0,372 - 0,00331 Julitemp | 0,729 | 0,0626104 | 0,0% |
| Tempaug P | Sommarvedsbredd =0,462 - 0,00994 Augtemp | 0,318 | 0,0755076 | 0,3% |
| Tempaug B | Sommarvedsbredd =0,250 + 0,00569 Augtemp | 0,503 | 0,0620579 | 0,0% |
| Vårvedsbredd | | | | |
| TempS P | Vårvedsbredd = 1,24 - 0,0113 TempS | 0,288 | 0,155792 | 1,0% |
| TempS B | Vårvedsbredd = 0,543 + 0,00773 TempS | 0,352 | 0,116527 | 0,0% |
| Tempjuni P | Vårvedsbredd = 0,825 - 0,0039 JuniTemp | 0,858 | 0,160470 | 0,0% |
| Tempjuni B | Vårvedsbredd = 0,865 - 0,0011 JuniTemp | 0,945 | 0,119271 | 0,0% |
| Tempjuli P | Vårvedsbredd = 1,02 - 0,0161 JuliTemp | 0,489 | 0,158546 | 0,0% |
| Tempjuli B | Vårvedsbredd = 0,608 + 0,0164 JuliTemp | 0,362 | 0,116640 | 0,0% |
| Tempaug P | Vårvedsbredd = 1,11 - 0,0258 AugTemp | 0,207 | 0,153851 | 3,4% |
| Tempaug B | Vårvedsbredd = 0,634 + 0,0169 AugTemp | 0,291 | 0,115743 | 0,9% |



Figur 3. Temperatursummans påverkan på sommarvedsdensiteten i Pålstorp och Bureåborg.

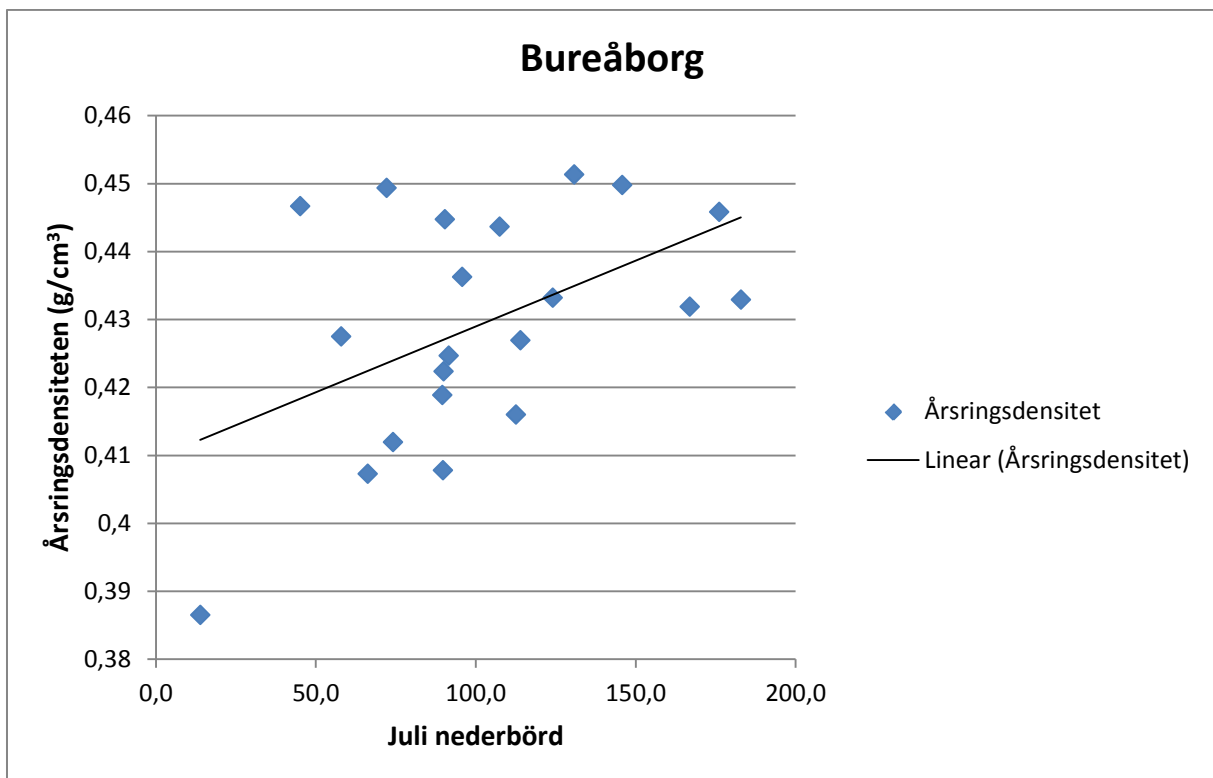
Figure 3. Temperature sum effect on latewood density in Pålstorp and Bureåborg.

Nederbörd

Jag fann att när det gäller årsringsdensiteten så påverkas densiteten positivt (Figur 4-5) bara i Bureåborg, vilket den visuella analysen samt regressionsanalysen (tabell 3) indikerar och då är det nederbördssumman och månadsnederbörden för juli och augusti som korrelerar positivt med årsringsdensiteten

När det gäller årsringsbredden så visar regressionsanalysen att man inte kan se någon korrelation i de två bestånden med nederbörden vare sig för nederbördssumman eller för månaderna juni, juli och augusti. För sommarvedsdensiteten fann jag att det finns starka signifikanta samband i Påltoorp i enlighet med regressionsanalysen för både nederbördssumman och juli nederbörden.

Vårvedsdensiteten hade signifikanta samband endast med nederbördssumman vilket styrktes av regressionsanalysen och då endast för Påltoorp. Vad gäller nederbörden för månaderna så sågs ett svagt signifikant samband för augusti nederbörden i Påltoorp.



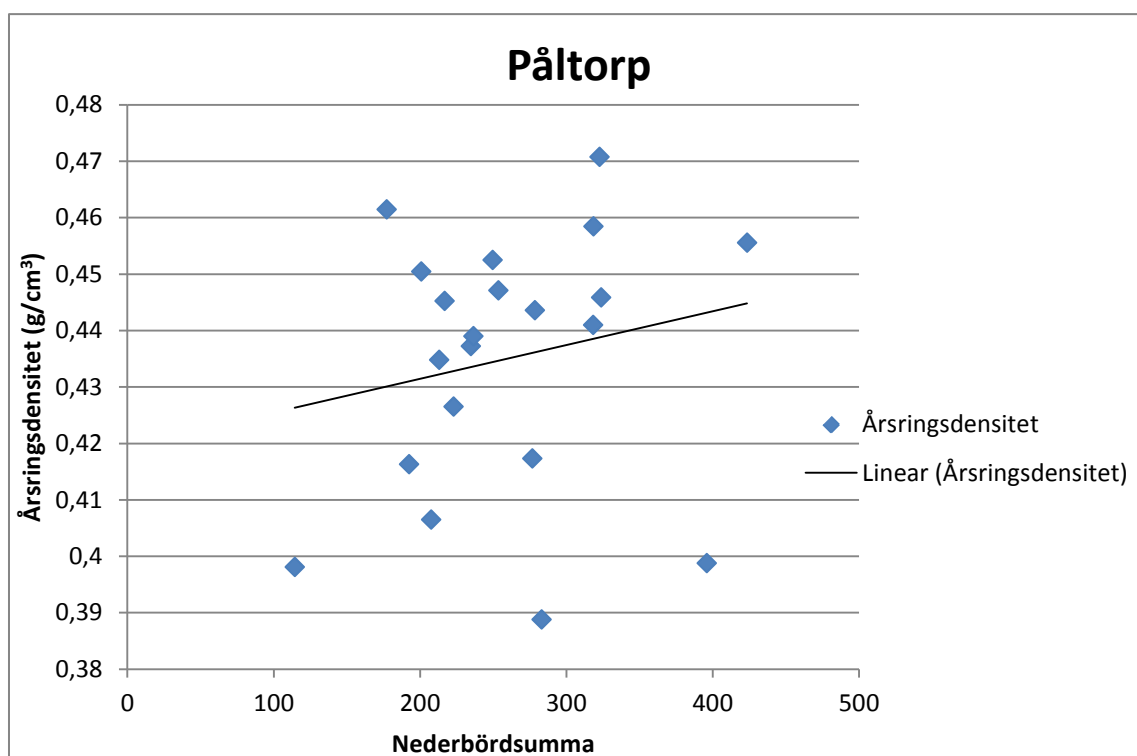
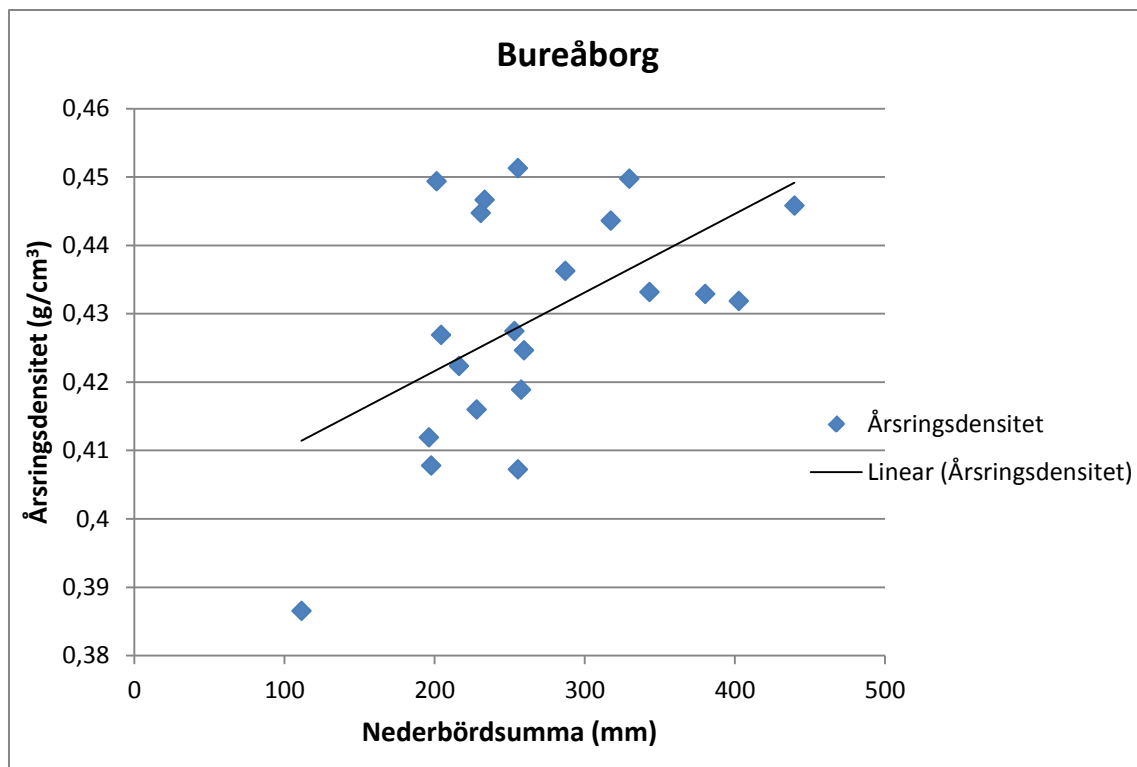
Figur 4. juli nederbörden korrelerar positivt till årsringsdensiteten.

Figure 4. July precipitation correlate positive to ring density.

Tabell 3. Resultaten av regressionsanalysen för de två bestånden för nederbördens påverkan på årsringsegenskaperna. Förklaring: NedS=Nederbördssumma, NedM=Nederbörd för aktuell månad, P=Påltorp, B=Bureåborg, aug=augusti

Table 3. Result of the regressionanalys for the two site for precipitation on annual ring width Explanation: NedS= Precipitationsum, NedM= Precipitation for actual month, P=Påltorp, B= Bureåborg, aug=August

| Prediktor | Ekvation | P-värde(Signf≤0,05) | S | R-Sq(adj) |
|--------------------------------------|--|---------------------|------------------|--------------|
| Årsringsdensitet | | | | |
| NedS P Årsringsdensitet= | $0,419 + 0,000060 \text{ NedS}$ | 0,404 | 0,0229130 | 0,0% |
| NedS B Årsringsdensitet= | $0,399 + 0,000115 \text{ NedS}$ | 0,014 | 0,0149117 | 24% |
| Nedjuni P Årsringsdensitet= | $0,437 - 0,000030 \text{ JuniNed}$ | 0,856 | 0,0233264 | 0,0% |
| Nedjuni B Årsringsdensitet= | $0,425 + 0,000057 \text{ JuniNed}$ | 0,678 | 0,0174659 | 0,0% |
| Nedjuli P Årsringsdensitet= | $0,418 + 0,000169 \text{ JuliNed}$ | 0,206 | 0,0223614 | 3,4% |
| Nedjuli B Årsringsdensitet= | $0,410 + 0,000194 \text{ JuliNed}$ | 0,027 | 0,0153655 | 19,3 |
| Nedaug P Årsringsdensitet= | $0,430 + 0,000051 \text{ AugNed}$ | 0,672 | 0,0232348 | 0,0% |
| Nedaug B Årsringsdensitet= | $0,415 + 0,000142 \text{ AugNed}$ | 0,084 | 0,0161871 | 10,4% |
| Årsringsbredd | | | | |
| NedS P Årsringsbredd = | $1,02 + 0,000302 \text{ NedS}$ | 0,646 | 0,0211713 | 0,0% |
| NedS B Årsringsbredd = | $1,16 + 0,000048 \text{ NedS}$ | 0,915 | 0,156354 | 0,0% |
| Nedjuni P Årsringsbredd= | $1,12 - 0,00040 \text{ JuniNed}$ | 0,786 | 0,212500 | 0,0% |
| Nedjuni B Årsringsbredd= | $1,14 + 0,00045 \text{ JuniNed}$ | 0,714 | 0,155836 | 0,0% |
| Nedjuli P Årsringsbredd= | $1,16 + 0,000130 \text{ JuliNed}$ | 0,876 | 0,156299 | 0,0% |
| Nedjuli B Årsringsbredd= | $1,11 - 0,00012 \text{ JuliNed}$ | 0,923 | 0,212870 | 0,0% |
| Nedaug P Årsringsbredd= | $0,992 + 0,00116 \text{ AugNed}$ | 0,287 | 0,206490 | 1% |
| Nedaug B Årsringsbredd= | $1,18 - 0,000147 \text{ AugNed}$ | 0,847 | 0,156245 | 0,0% |
| Sommarvedsdensitet | | | | |
| NedS P Sommarvedsdensitet= | $0,517 + 0,000294 \text{ NedS}$ | 0,021 | 0,0381927 | 21,1% |
| NedS B Sommarvedsdensitet= | $0,618 + 0,000023 \text{ NedS}$ | 0,885 | 0,0547975 | 0,0% |
| Nedjuni P Sommarvedsdensitet= | $0,582 + 0,000162 \text{ JuniNed}$ | 0,598 | 0,0437718 | 0,0% |
| Nedjuni B Sommarvedsdensitet= | $0,568 + 0,000374 \text{ JuniNed}$ | 0,268 | 0,0426658 | 1,5% |
| Nedjuli P Sommarvedsdensitet= | $0,540 + 0,000532 \text{ JuliNed}$ | 0,028 | 0,0387339 | 18,8% |
| Nedjuli B Sommarvedsdensitet= | $0,603 + 0,000204 \text{ JuliNed}$ | 0,480 | 0,0540927 | 0,0% |
| Nedaug P Sommarvedsdensitet= | $0,565 + 0,000316 \text{ AugNed}$ | 0,155 | 0,0417561 | 5,6% |
| Nedaug B Sommarvedsdensitet= | $0,634 - 0,000104 \text{ AugNed}$ | 0,695 | 0,0546013 | 0,0% |
| Vårvedsdensitet | | | | |
| NedS P Vårvedsdensitet= | $0,342 - 0,000028 \text{ NedS}$ | 0,443 | 0,0115051 | 0,0% |
| NedS B Vårvedsdensitet= | $0,310 + 0,000109 \text{ NedS}$ | 0,047 | 0,0179179 | 15% |
| Nedjuni P Vårvedsdensitet= | $0,334 + 0,000008 \text{ JuniNed}$ | 0,922 | 0,116867 | 0,0% |
| Nedjuni B Vårvedsdensitet= | $0,334 + 0,000075 \text{ JuniNed}$ | 0,626 | 0,0198066 | 0,0% |
| Nedjuli P Vårvedsdensitet= | $0,339 - 0,000043 \text{ JuliNed}$ | 0,524 | 0,0115621 | 0,0% |
| Nedjuli B Vårvedsdensitet= | $0,324 + 0,000143 \text{ JuliNed}$ | 0,165 | 0,0189234 | 5,1% |
| Nedaug P Vårvedsdensitet= | $0,339 - 0,000047 \text{ AugNed}$ | 0,429 | 0,0114940 | 0,0% |
| Nedaug B Vårvedsdensitet= | $0,323 + 0,000159 \text{ AugNed}$ | 0,089 | 0,0184355 | 10% |



Figur 5. Nederbördssummans påverkan på årsringsdensiteten i Påltorp och Bureåborg.

Figure 5. Precipitation sums influence on year ring density in Påltorp and Bureåborg

Genetiska påverkan

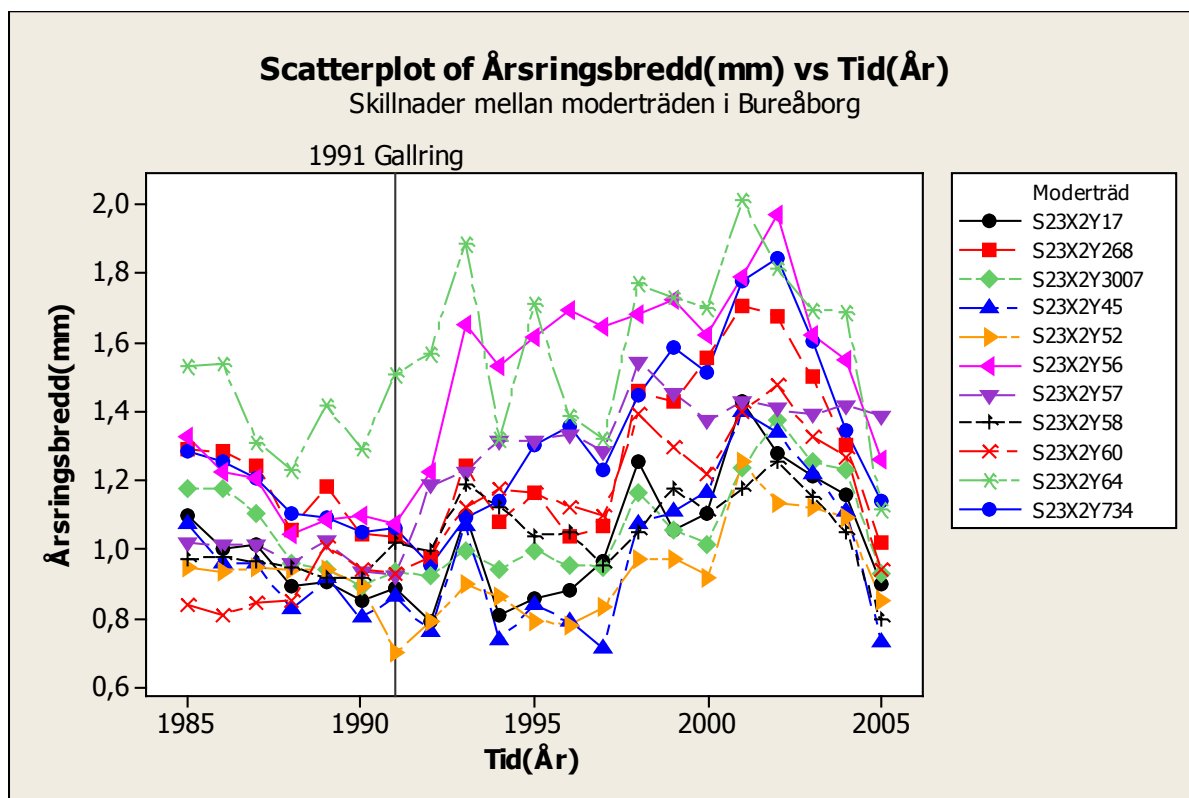
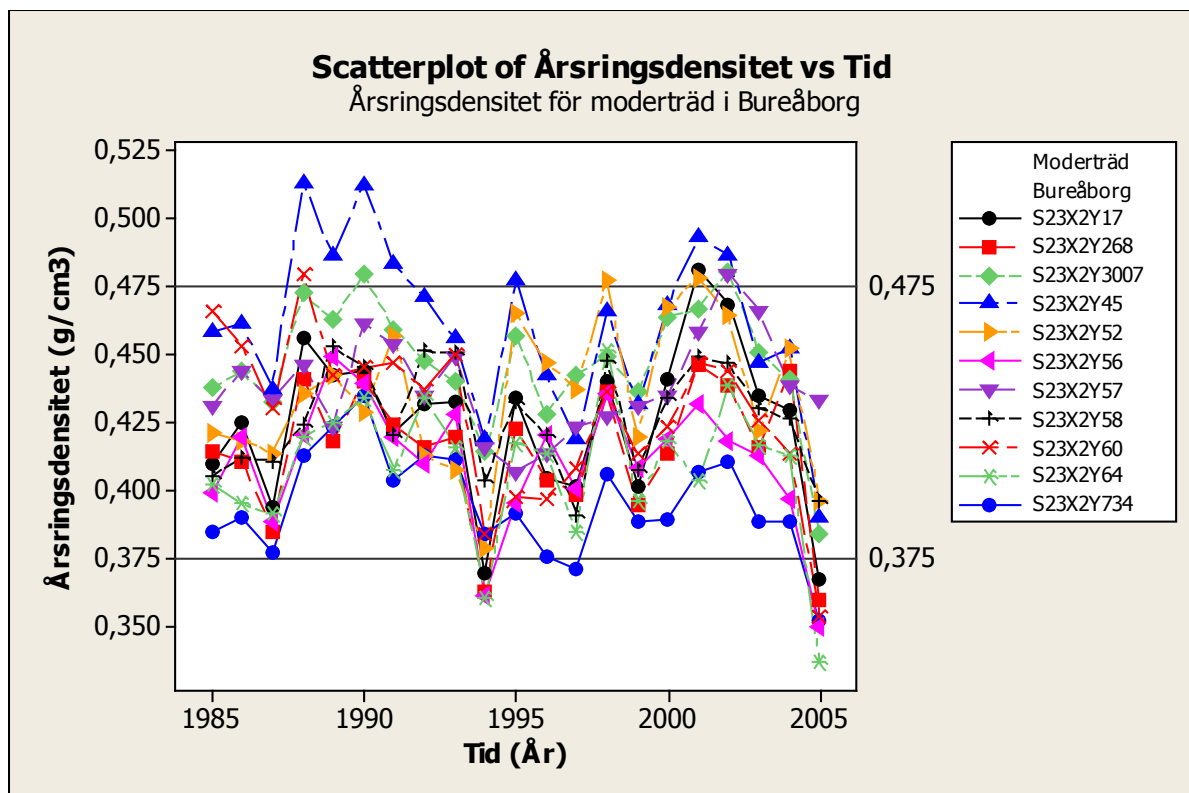
Påltorp

Vid den statistiska analysen av årsringsdensiteten såg jag att det skilde rätt mycket mellan moderträden i Påltorp (Bilaga 4). Det största värdet jag fick var $0,564 \text{ g/cm}^3$ och det minsta var $0,301 \text{ g/cm}^3$. I överlag så hittar vi majoriteten av densitet inom ett spann på $0,350 \text{ g/cm}^3$ till $0,530 \text{ g/cm}^3$. En trendanalys jag gjorde på utvalda träd visar att det finns skillnader mellan moderträden. Om man ser på helheten så ser man att årsringsdensiteten för alla moderträd följer varandra i det stora hela trots att skillnaderna är stora mellan enskilda moderträd. En intressant detalj att lägga märke till är att årsringsdensiteten störttycker vid år 1994 för att sedan öka i värde till de värden som är normala här. Ett visst utvecklingsmönster kan dock hittas i årsringsdensiteten och kan liknas vid vågor då densiteten går upp för alla moderträd för att sedan gå ner osv. Detta mönster blir dock svagare de sista sex-sju åren.

När det gäller årsringsbredden så är det ett liknande mönster som i årsringsdensiteten. Det är stora skillnader mellan moderträdens högsta värde $2,373 \text{ mm}$ och det lägsta värdet $0,438 \text{ mm}$. Det man kan se är att årsringsbredden för alla moderträd minskar med åren fram till år 2000 då det görs en gallring för då ökar i den igen. Vi ser också samma utvecklingsmönster här som i årsringsdensiteten när det gäller årsringsbredden för alla moderträd. När det gäller svackan år 1994 så är den inte lika stor här man ser en liten minskning av bredden men den är inte stor och de nästföljande åren så har vi en negativ trend på årsringsbredden fram tills år 2000.

Bureåborg

Vi ser ungefär samma sak här som i Påltorp när det gäller årsringsdensiteten. Skillnaderna är dock lite mindre här när det gäller högsta ($0,514 \text{ g/cm}^3$) och lägsta densiteten ($0,337 \text{ g/cm}^3$). Om man ser på hela beståndet så får vi ungefär samma resultat som i Påltorp dock så ligger den mesta av densiteten inom ett spann på $0,475 \text{ g/cm}^3$ till $0,375 \text{ g/cm}^3$. Man kan också se ett visst mönster som liknar det i Påltorp men här är det ett svagare mönster. Det mönster som finns uppvisar dock samma mönster som i Påltorp, årsringsdensiteten följer varandra i det stora hela och precis som i Påltorp så har vi en svacka vid år -94. När det gäller årsringsbredden så är det mönster vi såg i Påltorp inte lika stort här. Skillnaderna mellan de olika moderträden är inte så stora i början av undersökningstiden men efter gallringen 1991 (Figur 6). Så ökar årsringsbredden år för år vilket gör skillnaderna rätt så stora och störst skillnad är det mellan högsta $2,012 \text{ mm}$ och lägsta $0,711 \text{ mm}$. Ett visst mönster kan dock urskiljas vilket är likadant som för årsringsdensiteten.



Figur 6. Diagram över utvecklingen av årsringsbredden samt densiteten för alla moderträd i Bureåborg från 1985-2005.

Figure 6. Diagram of the development of the annual ring width and density for all parent trees for Bureåborg from 1985-2005.

Diskussion

Temperatur

I motsatt till hypotesen så fann jag inga samband mellan årsringsbredden, årsringsdensiteten och vårvedsbredden. Dessa resultat skiljer sig från andra studier exv. (Andreassen et al 2005, Mäkinen et al 2000). Deras resultat visar att temperaturen har en stark påverkan på årsringsbredden. Vad som gjort att mitt resultat inte stämmer med deras kan vara många men exv. beståndens karaktär som stamantal, beståndets läge i landskapet som nordligt eller sydligt läge kan vara faktorer som jag inte har tagit med i beräkningen.

Jag fann däremot att när det gäller temperatursummans påverkan på årsringsegenskaperna så var det bara sommarvedsdensiteten och sommarvedsbredden som hade någon sort av samband med temperatursumman. Inom sommarvedsbredden är det Påltoorp som påverkas mest av temperaturen och då svagt negativt och då bara för juli månad. Vilket är lite konstigt eftersom forskning från Norge Kalela-Brundin (1999) fann att juli temperaturen är den viktigaste klimat variabeln för sommarvedsbredden och att temperaturen blir viktigare ju längre norrut man kommer. De negativa korrelationerna som upptäcktes stämmer inte heller in på Grape (2007) som fann att sommarvedsbredden korrelerar signifikant positivt till temperaturen.

Inom sommarvedsdensiteten så var det bara Påltoorp som hade en signifikant negativ trend för juli månad. Detta resultat är tvärtom av vad Gindl et al.(2000) fann att det är temperaturen vid slutet av växtperioden (augusti-september) som påverkar granens densitet. Men eftersom han tittade på maxdensiteten som är de sista vedcellerna som bildas innan växtsäsongen är slut så förklarar det troligen den sena tidsperioden. Enligt Grape (2007) så hade juli temperaturen en svag positiv effekt på sommarvedsdensitet på vanlig tall. Även forskning från Norge Kalela-Brundin (1999) fann att juli temperaturen var den faktor som påverkar sommarvedsbredden bäst och i sin tur sommarvedsdensiteten.

Nederbörd

Till skillnad från min hypotes så fann jag att nederbörden har en signifikant säkerställd positiv påverkan på årsringsdensiteten i Bureåborg och då när det gäller temperatursumman och även för månaderna juli och augusti. Studier från Mäkinen et al (2000) fann istället att nederbörden har en obetydlig påverkan på densiteten och att endast maj nederbörden har en negativ effekt på tillväxten. Studier från Frankrike visar att veddensiteten bara påverkades av klimatet under andra halvan av växtperioden och då främst av torka(Bouriaud et al. 2005). Denna studie kollade dock mer på effekterna av torka på grund av minskad nederbörd vilket vi i Norra Sverige inte har något problem av.

När det gäller vårvedsdensiteten så stämmer hypotesen bara i Påltoorp där ser vi ingen påverkan av nederbörden. Vi ser däremot att i Bureåborg så har vi en signifikant positiv påverkan av nederbördssumman. En anledning till detta resultat kan vara att nederbörden tillsammans med ett varmt väder leder till en längre vår vilket gör att vårveden kan utvecklas under en längre period vilket leder till att vårvedsdensitetens påverkas positivt av det.

Sett över månaderna så är det bara i Bureåborg som man kan se någon effekt av nederbörden och då för augusti månad. Vad gäller sommarvedsdensitetens påverkan av nederbördssumman så finns en signifikant positiv koppling bara i Påltorp. När det gäller månadsvisa påverkningar så var det bara juli månad för Påltorp som visade positiv korrelation med nederbörd. Detta resultat stämmer inte in på resultat från Kalela-Brundin (1999) som fann att nederbörden inte har någon effekt på sommar och vårvedsbredden. Vilket också borde påverka densiteten eftersom bredden på vår-sommarveden också bestämmer hur stor densiteten blir.

Årsringsbredden för hela nederbördssumman juni-augusti var den enda faktorn som stämde bäst in på hypotesen över de två bestånden och vi ser ingen effekt på årsringstillväxten beroende på nederbörd. Det här stämmer in på forskning från Kalela-Brundin (1999) på gran i ett maritimt klimat i Norge och på Grape (2007) på tall i Västerbotten, som fann att nederbörden inte har någon påverkan på årsringsbredden.

En anledning till detta resultat kan vara att träden skiftat från att vara nederbördberoende i syd till mer temperaturberoende i norr (Linderholm et al 2002, Mäkinen et al 2000). Samma sak gäller för månadstemperaturen där man inte kan hitta någon korrelation till nederbörden.

En anledning till att visa av årsringsegenskaperna korrelerar positivt kan vara för att granen är en torkkänslig art och att bestånden växer kanske på en sydsluttning vilket leder till mer solljus och varma somrar. Detta leder till en minskning av markvattnet som i sin tur leder till en minskning i tillväxten. Vilket i sin tur gör att träden påverkas mer av nederbörden vilket diskuterades av Mäkinen et al (2002) i deras studie av granens tillväxt variationer i norra och centrala Europa.

Genetiska skillnader

Här finns det en tydlig skillnad mellan de olika moderträden angående årsringdensitet och årsringsbredden. Men kollar man på de olika bestånden finns det en likartad densitet och årsringsmönster för alla moderträd inräknade för de två bestånden. Resultatet styrks av Savva et al (2002) som i försök på tall i Sibirien fann att skillnaderna mellan trädegenskaperna skiljer sig stort åt mellan individerna medan skillnaderna inom de olika provenienserna är likartade. Även studier från Jyske (2009) kommer fram till liknande resultat. Det är dock troligt att de genetiska effekterna har en liten påverkan på årsringsegenskaperna och att det istället är de yttre miljöfaktorerna, som ljusförhållanden, topografi, mekanisk påverkan och rotutveckling som har störst påverkan på årsringsegenskaperna (Savva et al (2002).

Slutsats

- Med en ökad temperatursumma så påverkas sommarvedsdensiteten negativt bara i Påltorp och då för juli månad.
- Med en ökad temperatursumma så påverkades sommarvedsbredden svagt negativt i Påltorp medan det i Bureåborg inte sågs någon effekt. Juli månad var den månad som uppvisade ett svagt samband på sommarvedsbredden.
- Med en ökad nederbördssumma så påverkades årsringsdensiteten signifikant positivt endast i Bureåborg och då för hela nederbördssumman och när det gäller månaderna är det juli och augusti som uppvisar positiva samband med nederbörden.
- Med en ökad nederbördssumma så påverkas sommarvedsdensiteten signifikant positivt i Påltorp och när det gäller månaderna är det bara juli månad som uppvisar positiva samband med nederbörd.
- Med en ökad nederbörd så påverkas vårvedsdensiteten signifikant positivt endast i Påltorp och då för nederbördssumman och för månaderna så var det augusti månad som uppvisade svaga positiva samband med nederbörden.
- Årsringsbredden påverkades inte av nederbörden vara sig för summan juni-augusti eller månadsvis. Troligen på grund av att träd är mindre nederbördberorende i norr.
- De olika moderträden visar skillnad mellan varandra i båda bestånden och utvecklingen av årsringsdensitet/bredden är likartad i de två bestånden. Men det är troligt att de yttre miljöfaktorerna har en större påverkan på årsringsegenskaperna än av genetiken.

Jag har alltså kommit fram till att de olika väderfaktorerna har en vis påverkan på de olika årsringsegenskaperna men att sambanden inte är så stora över de undersökta bestånden. Tillskillnad från hypotesen så såg man störst påverkan av nederbörden vilket är intressant och kan forskas vidare på exv. genom att se om temperatur och nederbörd ihop påverkar bestånden.

Felkällor

I det här arbetet har jag inte besökt de två undersökta bestånden och kan då inte få en bild av hur deras beståndskaraktär ser ut. Jag vet heller inte om bestånden ligger i nordsluttning eller sydsluttning, hur deras stamantal och ståndort är mm.

Modellerna jag har använt kan utvecklas och kan användas för att kolla på mer specifika områden än de jag inte har tagit upp ex (hur temperaturen och nederbörden påverkar bestånden tillsammans) och därifrån få fram mer resultat som kan styrka denna undersökning ännu mer. På grund av de höga p-värdena och låga R-Sq värdena så kan modellerna utvecklas mer för att på så sätt få fram resultat som kan stämna in mer precist på hypotesen. Eftersom klimat datan inte är insamlad i bestånden genom en klimatstation utan genom griddade klimatvärden på SMHI:s hemsida så måste man ta hänsyn till att det kan finnas variationer i de klimatvärden jag har och att det kan påverka resultatet.

Referenser

- Andreassen, K., Solberg, S., Tveito E. O., Linge Lystad, S. (2005). *Regional differences in climate response of Norway spruce (Picea abies L. Karst) growth in Norway*. Forest ecology and management 222: 211-221
- Bergsten, U., Lindeberg, J., Rindby, A., Evans, A. (2000). *Batch measurements of wood density on intact or prepared drill cores using x-ray microdensitometry*. Wood science and technology 35:435-452
- Bouriaud, O., Breda, N., Moguedec, G., Nepveu, G. (2003). *Modelling variability of wood density in beech as affected by ring age, radial growth and climate*. Trees 18:264-276
- Bouriaud, O., Leban, J.-M., Bert, D. & Deleuze, C. (2005). *Intra-annual variations in climate influence growth and wood density of Norway spruce*. Tree Physiology 25:651-660
- Gindl, W., Grapner, M., Wimmer, R. (2000) *The influence of temperature on latewood ligning content in treeline Norway spruce compared with maximum density and ring width*. Trees 14:409-414
- Grape, S. (2007) *Inverkan av nederbörd, temperatur och frost på årsringens egenskaper hos boreal tall (Pinus sylvestris L.) Influence of precipitation, temperature and frost on the properties of the annual ring of boreal pine (Pinus sylvestris L.)*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel/Jägmästarprogrammet. Examensarbeten 2007:8
- Grubb, H. (2008) *Torneträsk tree-ring width and density AD 500-2004 a test of climatic sensitivity and a new 1500-years reconstruction of north fennoscandian summers*. Clim Dyn 31:843-857
- Jaakkola, T., Mäkinen, H., Saranpää, P. (2005) *Wood density in Norway spruce: changes with thinning intensity and tree age*. Canadian journal of forest research 35:1736-1778
- Jyske, T., Mäkinen, H., Saranpää, P. (2008) *Wood density within Norway spruce stems*. Silva fennica 42(3)
- Kalela, M. (1999) *Climatic information from tree-rings of Pinus sylvestris L. and a reconstruction of summer temperatures back to AD 1500 in Femundsmarka, eastern Norway, using partial least squares regression (PLS) analysis*. The Holocen 9,1 pp 59-77
- Karlsson, C., Sikström, U., Örlander, G., Hannerz, M., Hännel, B. (2009) *Skogsskötselserien nr 4, naturlig föryngring av tall och gran* [Elektronisk] Skogsstyrelsens förlag. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/> [2015-04-21]
- Linderholm, W., H. Solberg, Ö., B. Lindholm, M. (2002) *Tree ring records from central Fennoscandia: the relationship between tree growth and climate along a west-east transect*. The Holocen 13,6:887-897

Mäkinen, H, Nöjd, P, Mielikäinen, K. (2000). *Climatic signal in annual growth variation of Norway spruce (Picea abies) along a transect from central Finland to the Arctic timberline*. Canadian journal of forest research 30: 769-777

Mäkinen, H, Nöjd, P, Kahle H, P. Neumann, U. Tveite, B. Mielikäinen, K. Röhle, H. Spiecker, H. (2002) *Radial growth of norway spruce(Picea abies (L.) karst.) across latitudinal and altitudinal gradients in central and northern Europe*. Forest ecology and management 171: 243-259

Pape, R. (1999) *Influence of thinning and tree diameter class on the development of basic density and annual ring width in Picea abies*. Scandinavian journal of forest research 14: 27-37

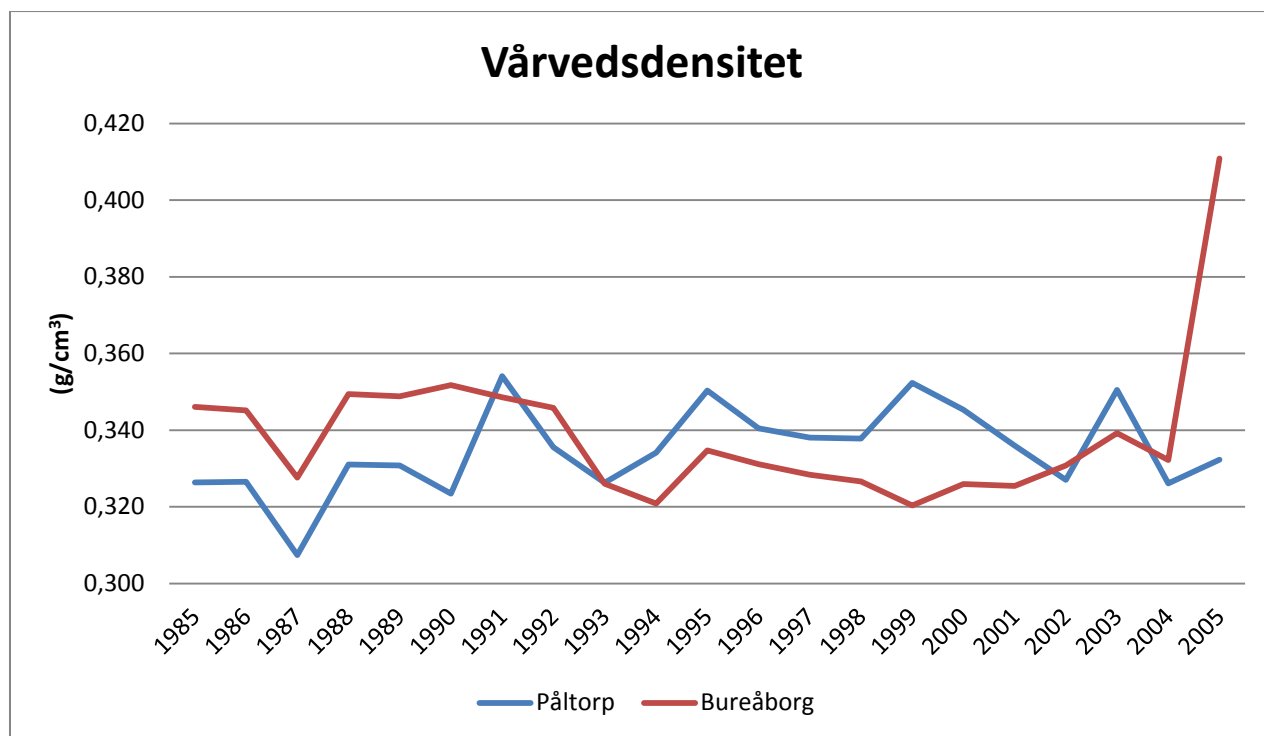
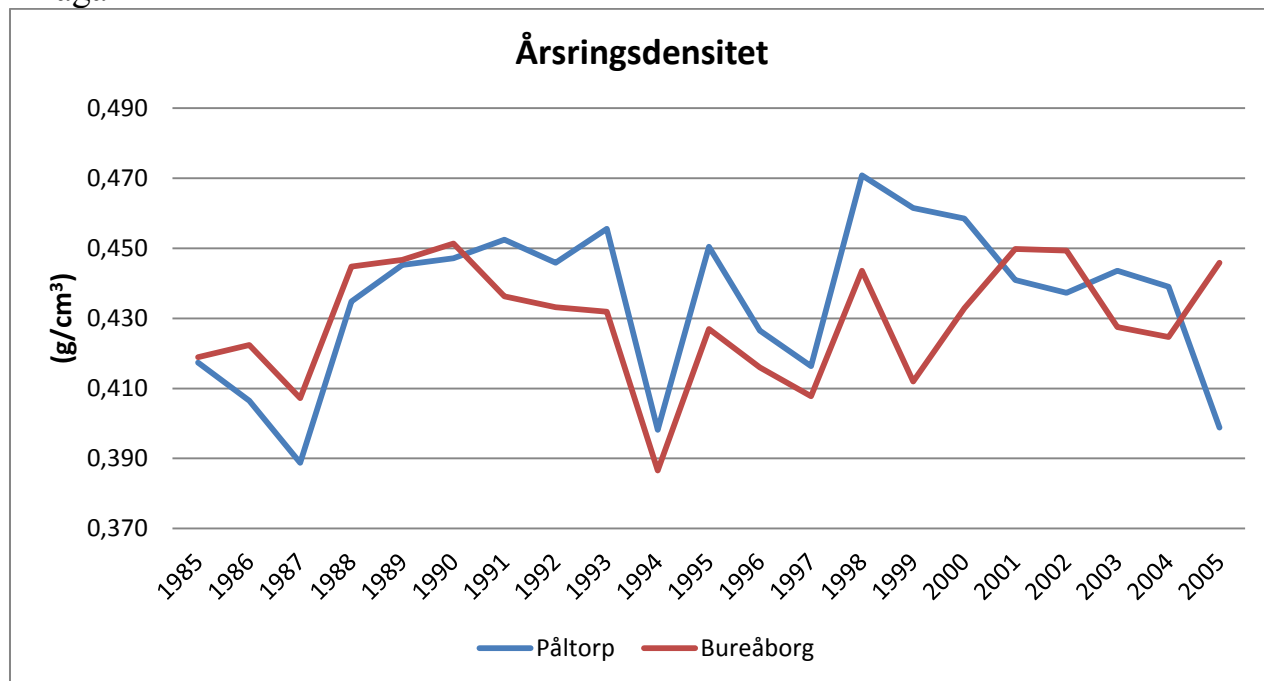
Saarman, E. (1992) Träets fysikaliska egenskaper. I: Saarman, E.(red) *Träkunskap* Markaryd: Sveriges skogsindustrieförbund. ss.59-66.

Savva, Y. Schweingruber, F. Milyutin, L. Vaganov, E. (2002) *Genetic and environmental signals in tree rings from different provenances of Pinus sylvestris L. planted in the southern taiga, central Siberia*. Trees 16:313-324

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut(SMHI). (13 januari 2015) *SMHI Luftwebb*. [http://luftweb.smhi.se/\[2015-04-21\]](http://luftweb.smhi.se/[2015-04-21])

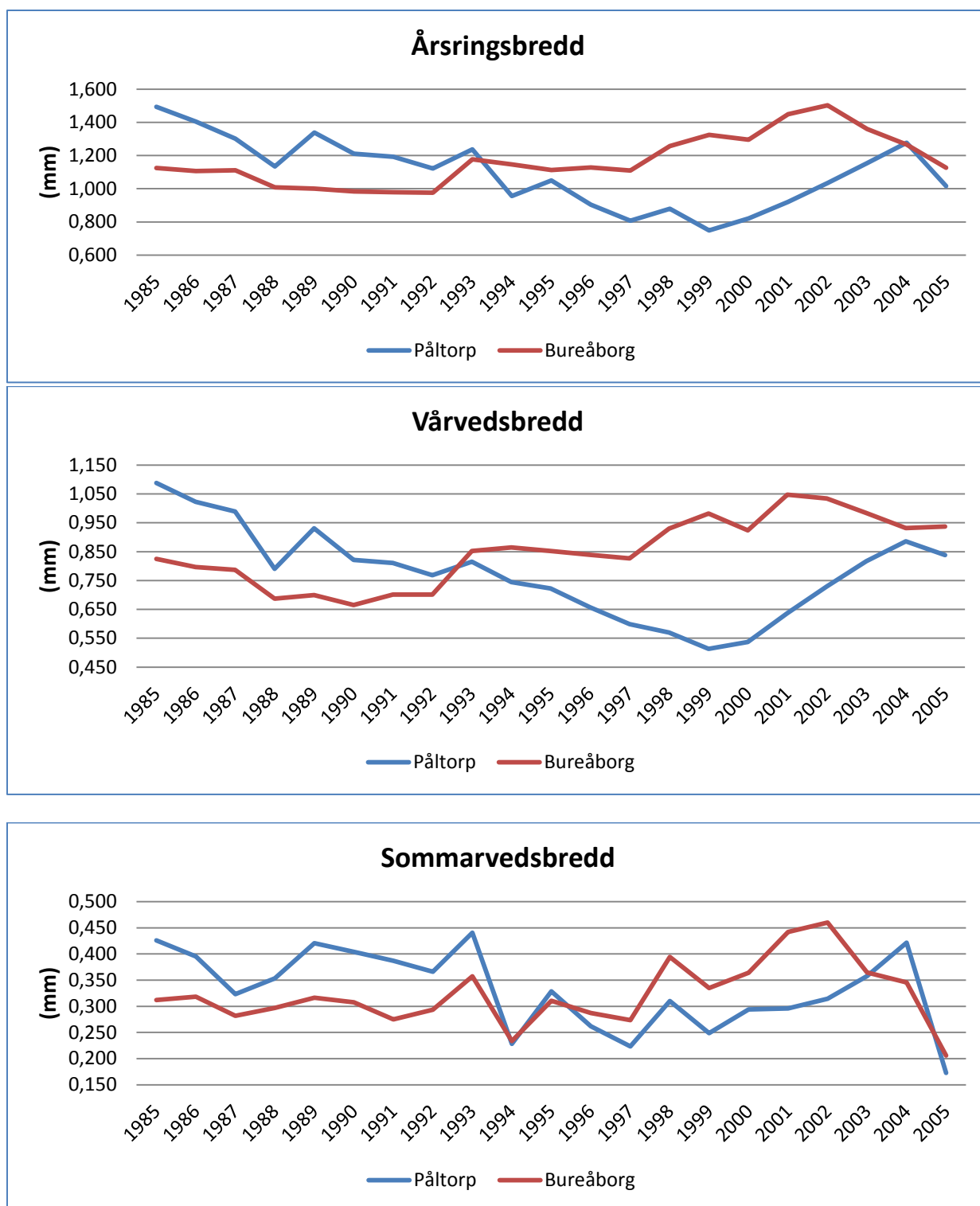
Bilagor

Bilaga 1



Figur 1. Diagram över densitetens utveckling för årsringen och för vårveden under perioden 1985-2005.
Figure 1. Diagram of the density development for annual ring and springwood for the period 1985-2005.

Bilaga 2



Figur 2. Medelvärdena för årsringsbredden, vårvedsbredden och sommarvedsbredden för de två bestånden för perioden 1985-2005.

Figure 2. Mean value for annual ring with, early wood ring with and latewood with for the two populations for the period 1985-2005.

Bilaga 3: Väderdatan som användes i undersökningen.

Tabell 1: Klimatdata för Påltorp under perioden 1985-2005 och för månaderna juni, juli och augusti

Table 1. Climate data for Påltorp during the period 1985-2005 and for the month June, July and August

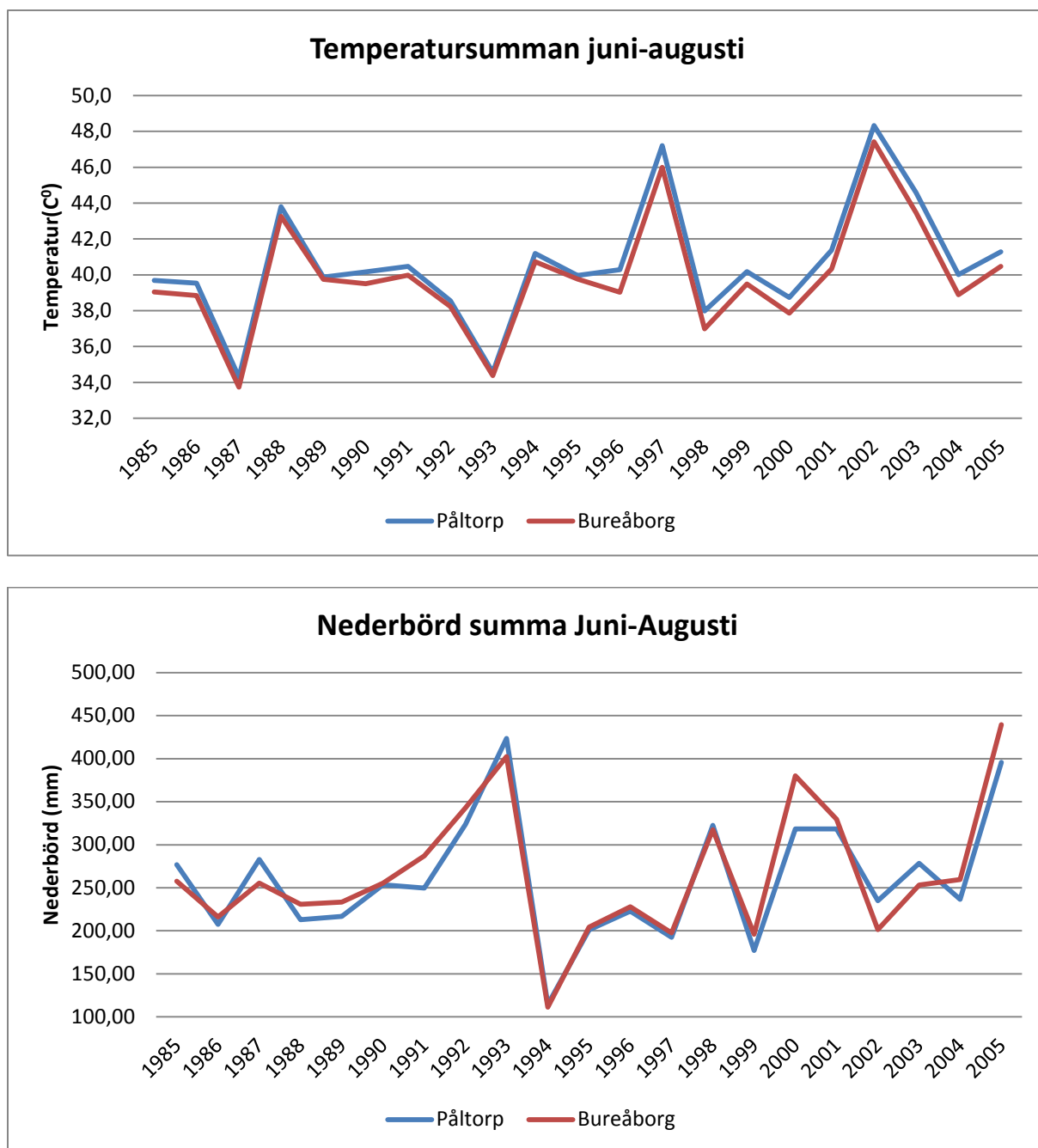
| År | Temperatur(C ⁰) | | | | Nederbörd(mm) | | | |
|------|-----------------------------|------|---------|------|---------------|-------|---------|-------|
| | Juni | Juli | Augusti | Sum | Juni | Juli | Augusti | Sum |
| 1985 | 12,6 | 13,9 | 13,2 | 39,7 | 69,9 | 103,1 | 103,7 | 276,7 |
| 1986 | 15,3 | 14,1 | 10,1 | 39,5 | 26,5 | 91,1 | 90,1 | 207,6 |
| 1987 | 11,0 | 13,3 | 9,9 | 34,3 | 105,2 | 84,5 | 93,3 | 283,1 |
| 1988 | 14,9 | 16,7 | 12,2 | 43,8 | 16,1 | 84,2 | 112,8 | 213,1 |
| 1989 | 13,1 | 14,4 | 12,4 | 39,9 | 58,5 | 44,0 | 114,4 | 216,8 |
| 1990 | 12,4 | 14,2 | 13,6 | 40,2 | 61,4 | 149,3 | 42,9 | 253,6 |
| 1991 | 10,1 | 15,9 | 14,5 | 40,5 | 142,2 | 73,7 | 33,7 | 249,5 |
| 1992 | 14,3 | 12,6 | 11,7 | 38,6 | 25,4 | 137,3 | 161,0 | 323,8 |
| 1993 | 9,3 | 13,8 | 11,5 | 34,6 | 120,9 | 171,6 | 131,0 | 423,5 |
| 1994 | 10,5 | 17,4 | 13,3 | 41,2 | 71,5 | 20,4 | 22,5 | 114,4 |
| 1995 | 13,9 | 13,2 | 12,8 | 40,0 | 43,2 | 99,8 | 58,0 | 201,0 |
| 1996 | 11,8 | 13,3 | 15,2 | 40,3 | 89,9 | 94,0 | 39,0 | 223,0 |
| 1997 | 14,2 | 17,3 | 15,7 | 47,2 | 64,5 | 72,6 | 55,5 | 192,6 |
| 1998 | 12,0 | 14,2 | 11,8 | 38,0 | 79,2 | 104,8 | 138,6 | 322,6 |
| 1999 | 13,6 | 14,7 | 11,9 | 40,2 | 86,1 | 63,3 | 27,8 | 177,3 |
| 2000 | 11,5 | 14,5 | 12,7 | 38,7 | 64,9 | 159,9 | 93,7 | 318,5 |
| 2001 | 13,1 | 15,0 | 13,2 | 41,4 | 43,7 | 143,0 | 131,6 | 318,3 |
| 2002 | 14,9 | 16,3 | 17,1 | 48,3 | 90,9 | 92,6 | 51,3 | 234,8 |
| 2003 | 12,7 | 18,1 | 13,7 | 44,6 | 59,7 | 69,7 | 149,1 | 278,5 |
| 2004 | 11,6 | 14,1 | 14,4 | 40,0 | 65,0 | 85,1 | 86,5 | 236,6 |
| 2005 | 11,9 | 16,3 | 13,1 | 41,3 | 117,9 | 136,7 | 141,3 | 395,9 |

Fortsättning bilaga 3.

Tabell 2. Klimatdata för Bureåborg under perioden 1985-2005 och för månaderna juni, juli och augusti

Table 2. Climate data for Bureåborg during the period 1985-2005 and for the month June, July and August

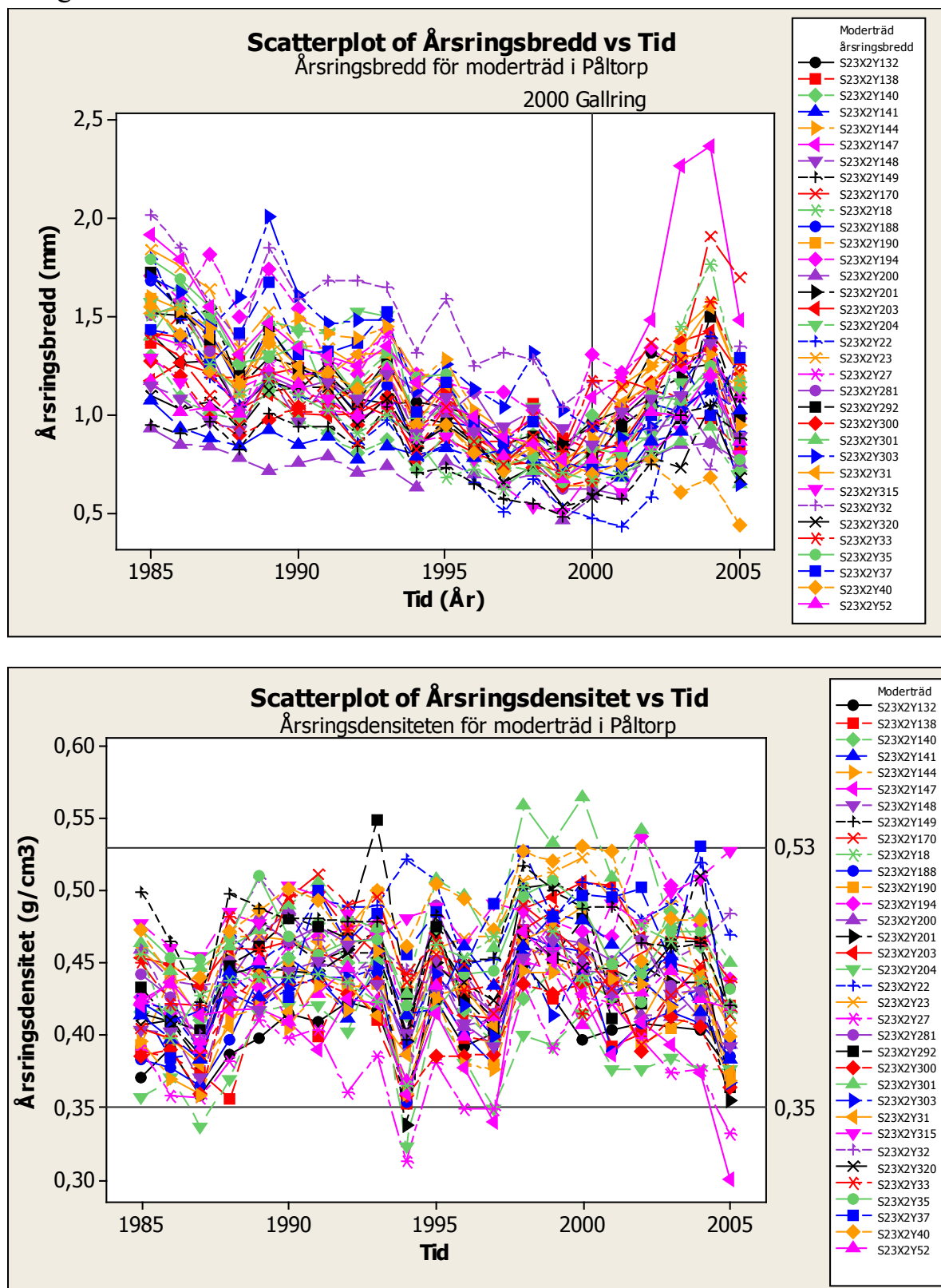
| Temperatur(C ⁰) | | | | Nederbörd(mm) | | | | |
|-----------------------------|------|------|---------|---------------|-------|-------|---------|-------|
| År | Juni | Juli | Augusti | Sum | Juni | Juli | Augusti | Sum |
| 1985 | 12,2 | 13,9 | 13,0 | 39,0 | 53,2 | 89,5 | 114,9 | 257,6 |
| 1986 | 15,0 | 14,0 | 9,9 | 38,8 | 27,5 | 90,0 | 98,7 | 216,2 |
| 1987 | 10,7 | 13,4 | 9,7 | 33,7 | 77,5 | 66,2 | 111,8 | 255,5 |
| 1988 | 14,6 | 16,6 | 12,1 | 43,3 | 13,9 | 90,3 | 126,4 | 230,7 |
| 1989 | 12,9 | 14,6 | 12,3 | 39,7 | 68,2 | 45,1 | 120,1 | 233,3 |
| 1990 | 11,9 | 14,2 | 13,4 | 39,5 | 79,5 | 130,8 | 45,0 | 255,4 |
| 1991 | 9,9 | 15,8 | 14,3 | 40,0 | 134,6 | 95,7 | 56,7 | 287,1 |
| 1992 | 13,8 | 12,7 | 11,7 | 38,2 | 27,1 | 124,0 | 191,9 | 343,1 |
| 1993 | 9,2 | 13,9 | 11,3 | 34,4 | 115,1 | 166,9 | 120,5 | 402,5 |
| 1994 | 10,4 | 17,2 | 13,1 | 40,7 | 62,7 | 13,9 | 34,7 | 111,3 |
| 1995 | 13,9 | 13,2 | 12,7 | 39,8 | 34,8 | 114,0 | 55,6 | 204,4 |
| 1996 | 11,3 | 13,0 | 14,7 | 39,0 | 84,2 | 112,5 | 31,3 | 228,0 |
| 1997 | 13,7 | 16,9 | 15,4 | 46,0 | 54,2 | 89,8 | 53,6 | 197,6 |
| 1998 | 11,4 | 14,0 | 11,6 | 37,0 | 66,5 | 107,4 | 143,4 | 317,3 |
| 1999 | 13,2 | 14,7 | 11,6 | 39,5 | 74,4 | 74,2 | 47,6 | 196,1 |
| 2000 | 11,2 | 14,3 | 12,3 | 37,9 | 77,9 | 182,9 | 119,4 | 380,2 |
| 2001 | 12,6 | 14,8 | 12,9 | 40,3 | 51,0 | 145,8 | 132,9 | 329,6 |
| 2002 | 14,6 | 16,1 | 16,7 | 47,4 | 87,9 | 72,1 | 41,3 | 201,3 |
| 2003 | 12,1 | 17,9 | 13,5 | 43,5 | 56,2 | 57,9 | 139,0 | 253,1 |
| 2004 | 11,1 | 13,9 | 14,0 | 38,9 | 70,6 | 91,6 | 97,4 | 259,6 |
| 2005 | 11,7 | 15,9 | 12,8 | 40,5 | 100,3 | 176,1 | 163,3 | 439,7 |



Figur 3. Diagram över temperatursumman och nederbördssumman för de två undersökta bestånden för perioden 1985-2005.

Figure 3. Diagram over temperatures sum and precipitation sum for the two investigate site for the period 1985-2005.

Bilaga 4.



Figur 4. Diagram över årsringsdensiteten och breddens utveckling för Pålörp för vardera moderträd för perioden 1985-2005.

Figure 4. Diagram over the year ring density and width development for Pålörp on each parent trees for the period 1985-2005.